

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Toru NODA et al.  
Title: STRATIFIED AIR-FUEL MIXTURE FORMING APPARATUS  
FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD  
THEREOF  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: **MAR 16 2003**  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2001-281634 filed 09/17/2001.

Respectfully submitted,

Date **MAR 16 2003**

By 

FOLEY & LARDNER LLP  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5414  
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab  
Attorney for Applicant  
Registration No. 25,479

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2001年 9月17日  
Date of Application:

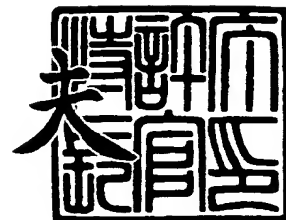
出願番号 特願2001-281634  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2001-281634]

出願人 日産自動車株式会社  
Applicant(s):

2004年 1月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2004-3002369

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM01-00247

【提出日】 平成13年 9月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 41/04

【発明の名称】 直噴火花点火式内燃機関の制御装置

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

【氏名】 野田 徹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社  
社内

【氏名】 堀田 勇

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078330

【弁理士】

【氏名又は名称】 笹島 富二雄

【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009232

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705787

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 直噴火花点火式内燃機関の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料を筒内に直接噴射して火花点火燃焼を行う内燃機関において、

燃料と少なくとも 1 種類の気体とを筒内に直接噴射する噴射装置を有し、機関負荷の増大に応じて、噴射する気体の運動量を増大せしめることを特徴とする直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

比較的低負荷かつ低回転時においては主に圧縮行程中に燃料を筒内に噴射して成層化した混合気を形成することにより成層燃焼を行い、それ以外の時においては主に吸気行程中に燃料を筒内に噴射して略均質な混合気を形成することにより均質燃焼を行う直噴火花点火式内燃機関において、

燃料と少なくとも 1 種類の気体とを筒内に直接噴射する噴射装置を有し、成層燃焼を行う運転条件下では、機関負荷の増大に応じて、噴射する気体の運動量を増大せしめることを特徴とする直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記噴射装置は、1 つの混合気噴射弁によって、燃料と少なくとも 1 種類の気体とを、筒内に直接噴射することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記気体の運動量の増大は、気体の噴射量を増大せしめることで行うことを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 つに記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記気体の噴射量の増大は、気体噴射量と燃料噴射量との比において、機関負荷の増大に応じて気体噴射量の比率が大きくなるように行われることを特徴とする請求項 4 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記気体の噴射量の増大は、気体の噴射期間を長くすることで行うことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記気体の噴射量の増大は、気体の噴射圧力を高めることで行うことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 8】

機関回転速度の上昇に対しては、前記気体の運動量を減少させることを特徴とする請求項 1 ～請求項 7 のいずれか 1 つに記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

機関回転速度の上昇に対しては、前記気体の運動量を増大させることを特徴とする請求項 1 ～請求項 7 のいずれか 1 つに記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 10】

均質燃焼を行う運転条件下では、気体噴射量を略一定とすることを特徴とする請求項 2 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【請求項 11】

均質燃焼を行う運転条件下では、気体噴射量と燃料噴射量との比を略一定とすることを特徴とする請求項 2 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料を筒内に直接噴射して火花点火燃焼を行う直噴火花点火式内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】

火花点火燃焼に際し、燃料噴射弁から筒内に燃料を直接噴射し、筒内に成層化した混合気を形成することで、大幅な希薄燃焼を行う内燃機関は、特に低・中負荷において、大幅に燃料消費が低減できることが知られている。

このような直噴火花点火式内燃機関においては、混合気を着実に点火・燃焼せしめるために、機関の回転・負荷に応じて、筒内に適切な大きさ・空燃比の混合気塊を、確実に成層化した状態で形成することが重要である。

#### 【0003】

一方、このような直噴火花点火式内燃機関において、燃料噴射弁から噴射される燃料噴霧を微粒化して気化を促進するために、燃料と他の気体、例えば空気を共に噴射弁から噴射する手法がある。所謂、エアアシスト噴射弁と呼ばれるもので、このような噴射弁を用いた直噴火花点火式内燃機関として、例えば特表昭63-500323号公報に示されているものがある。これは、主にエアアシスト噴射弁の内部構造を工夫することで、筒内に適切な成層混合気を形成しようとするものである。このように、エアアシスト噴射弁を直噴火花点火式内燃機関に適用する利点の1つは、燃料と空気の噴射量を独立に制御することで、噴射される燃料噴霧の特性を変化させ、適切な混合気塊の形成の一助とできる可能性があることである。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

直噴火花点火式内燃機関の最大の課題の1つは、混合気を成層化した状態に形成することである。このため、ピストン冠面にボウル部（凹部）を形成し、燃料噴射弁からこのボウル部に対して燃料を噴射することで、主に燃焼室のボウル部に成層化した混合気を形成する構成とすることが一般的である。

#### 【0005】

しかしながら、機関の負荷の増減に対して、混合気塊の空燃比をいわゆる理論空燃比近辺に維持するためには、混合気塊の大きさを制御する必要があるが、前記のようにピストン冠面上のボウル部を使って主に混合気の成層化を行う場合、ボウル部の容積を負荷に対して可変することは困難であるので、低負荷時には混合気塊の空燃比が過薄となり、高負荷時には混合気塊の空燃比が過濃となる傾向が生じてしまうという問題があった。

#### 【0006】

本発明は、かかる問題点に鑑みなされたもので、機関の運転条件に応じて、適

切な濃度・大きさの混合気塊を、容積の固定されたピストンボウルを持つ燃焼室内に形成可能とする手段を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

このため、請求項1の発明では、燃料を筒内に直接噴射して火花点火燃焼を行う内燃機関において、燃料と少なくとも1種類の気体とを筒内に直接噴射する噴射装置を有し、機関負荷の増大に応じて、噴射する気体の運動量を増大せしめることを特徴とする。

【0008】

請求項2の発明では、比較的低負荷かつ低回転時には主に圧縮行程中に燃料を筒内に噴射して成層化した混合気を形成することにより成層燃焼を行い、それ以外の時には主に吸気行程中に燃料を筒内に噴射して略均質な混合気を形成することにより均質燃焼を行う直噴火花点火式内燃機関において、燃料と少なくとも1種類の気体とを筒内に直接噴射する噴射装置を有し、成層燃焼を行う運転条件下では、機関負荷の増大に応じて、噴射する気体の運動量を増大せしめることを特徴とする。

【0009】

請求項3の発明では、前記噴射装置は、1つの混合気噴射弁によって、燃料と少なくとも1種類の気体とを、筒内に直接噴射することを特徴とする。

請求項4の発明では、前記気体の運動量の増大は、気体の噴射量を増大せしめることで行うことを特徴とする。

請求項5の発明では、前記気体の噴射量の増大は、気体噴射量と燃料噴射量との比において、機関負荷の増大に応じて気体噴射量の比率が大きくなるように行われることを特徴とする。

【0010】

請求項6の発明では、前記気体の噴射量の増大は、気体の噴射期間を長くすることで行うことを特徴とする。

請求項7の発明では、前記気体の噴射量の増大は、気体の噴射圧力を高めることで行うことを特徴とする。



請求項 8 の発明では、機関回転速度の上昇に対しては、前記気体の運動量を減少させることを特徴とする。

【0011】

請求項 9 の発明では、機関回転速度の上昇に対しては、前記気体の運動量を増大させることを特徴とする。

請求項 10 の発明では、成層燃焼と均質燃焼との切換えを行い、成層燃焼を行う運転条件において、噴射する気体の運動量制御を行う場合に、均質燃焼を行う運転条件下では、気体噴射量を略一定とすることを特徴とする。

【0012】

請求項 11 の発明では、成層燃焼と均質燃焼との切換えを行い、成層燃焼を行う運転条件において、噴射する気体の運動量制御を行う場合に、均質燃焼を行う運転条件下では、気体噴射量と燃料噴射量との比を略一定とすることを特徴とする。

【0013】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によれば、直噴火花点火式内燃機関において、燃料と少なくとも 1 種類の気体を筒内に噴射して成層化した混合気塊を形成し、機関負荷の増大に応じて噴射気体の運動量を増大せしめる構成としたため、低負荷時には噴霧全体の運動量による筒内での混合気の拡散が抑制されて比較的小さな混合気塊を形成可能となる一方、高負荷時には増大した噴霧全体の運動量によって混合気の拡散・混合を促進して比較的大きな混合気塊を形成可能となり、適切な濃度を維持したまま、機関の負荷に応じて混合気塊の大きさを制御することが可能となるという効果が得られる。

【0014】

請求項 2 記載の発明によれば、成層燃焼と均質燃焼とを切換える内燃機関において、成層燃焼時に気体の運動量制御を行うことで、成層燃焼時に確実に請求項 1 の効果を得ることができる。

請求項 3 の発明によれば、燃料と少なくとも 1 種類の気体とを、1 つの混合気噴射弁から筒内に噴射する構成としたため、機関の構成がより単純となり、燃焼

室周辺の設計上の自由度が増すという利点がある。

【0015】

請求項4の発明によれば、噴射気体の運動量の増大を気体の噴射量を増大させて行う構成としたため、機関負荷の増大に応じて、噴霧全体の運動量の増加による拡散・混合の促進効果と同時に、噴霧自身の空燃比の希薄化による過濃混合気の形成抑制が行われ、よりの確・広範囲に機関の負荷に応じて混合気塊の大きさを制御することが可能となる。

【0016】

請求項5の発明によれば、機関負荷の増大に応じて気体噴射量を増大させる際に、気体噴射量と燃料噴射量との比において、気体噴射量の比率が大きくなるように行われる構成としたため、負荷の増大に応じて、より噴霧の運動量を増大せしめることが可能で、噴霧による燃料の拡散・混合がより促進されると共に、噴霧自身の空燃比がさらに希薄化することから、過濃混合気の形成をより抑制して、よりの確・広範囲に機関の負荷に応じて混合気塊の大きさを制御することが可能となる。

【0017】

請求項6の発明によれば、噴射気体の噴射量の増大を、気体の噴射期間を長くすることにより行う構成としたため、気体の噴射圧力を負荷に応じて可変するといった装置が不要で、なおかつ、気体の噴射量が噴射期間に略比例するとして、その制御の様式を簡略化できるという利点がある。

請求項7の発明によれば、噴射気体の噴射量の増大を、気体の噴射圧力を高めることにより行う構成としたため、気体の噴射期間を必ずしも長くすることなく噴射量を増大せしめることが可能となり、例えば比較的機関回転速度が大きく、噴射期間が長大化した場合に噴射時において噴射弁からみてピストンが離れた位置に存在するために噴射した燃料がボウル部内に確実に捉えられないといった問題を回避することができ、より幅広い運転条件下において、適切な混合気塊を形成することが可能となる。

【0018】

請求項8の発明によれば、機関回転速度の上昇に対しては、噴射気体の運動量

を減少させる構成としたため、機関回転速度の上昇に伴う筒内流動の強化及び乱れの増大に起因する混合気の過拡散を抑制することができ、幅広い負荷・回転領域において、適切な混合気塊を形成することが可能となる。

請求項 9 の発明によれば、機関回転速度の上昇に対しては、噴射気体の運動量を増大させる構成としたため、ボア／ストローク比が大きいなどの理由で比較的筒内流動が弱い機関においても、機関回転速度の上昇に伴う混合時間の不足を補って十分に燃料噴霧の拡散・混合が行われ、幅広い運転条件下において適切な混合気塊を形成することができる。

#### 【0019】

請求項 10 の発明によれば、成層燃焼と均質燃焼との切換えを行い、成層燃焼を行う運転条件においては、噴射気体の運動量制御を行うが、均質燃焼を行う運転条件下では、機関負荷の増大に関わらず、気体噴射量を略一定とすることで、噴射気体の量を節約することが可能となり、気体を加圧するポンプ等の負荷を低減できるという利点がある。

#### 【0020】

請求項 11 の発明によれば、成層燃焼と均質燃焼との切換えを行い、成層燃焼を行う運転条件においては、噴射気体の運動量制御を行うが、均質燃焼を行う運転条件下では、気体噴射量と燃料噴射量との比を略一定とすることで、噴射気体の量を節約することが可能となり、気体を加圧するポンプ等の負荷を低減できるという利点と共に、噴射される噴霧の空燃比が略一定となるため、より均質な混合気が形成でき、均質燃焼時の燃焼性能を向上できるという利点がある。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は本発明に係る直噴火花点火式内燃機関の第 1 実施形態の構成を示すシステム図である。

この内燃機関は、シリンダヘッド 1、シリンダブロック 2 及びピストン 3 により画成される燃焼室 4 を有し、吸気バルブ 5 及び排気バルブ 6 を介して、吸気ポート 7 から新気を導入及び排気ポート 8 から排気を排出する。

## 【0022】

混合気噴射弁（混合気噴射タイプの燃料噴射弁）9は、加圧された燃料及び空気を同時に燃焼室4内に直接噴射可能である。ピストン3の混合気噴射弁9に対面する部分には、ボウル部3bが形成されており、噴射された燃料は主にこのボウル部3b内に成層化した混合気塊を形成する。そして、この混合気塊は、点火プラグ10により、点火・燃焼せしめられる。

## 【0023】

混合気噴射弁9について更に詳しく説明する。

前記バルブを駆動するカム軸端に燃料ポンプ11が配置され、燃料配管12を経由して、混合気噴射弁9に加圧された燃料を供給する。もう一方のカム軸端には空気ポンプ13が配置され、空気配管14を経由して、混合気噴射弁9に加圧された空気を供給する。但し、燃料ポンプ11及び空気ポンプ13は、別に配置された電気モータにより駆動される形式としてもよい。

## 【0024】

混合気噴射弁9は、図2に概略構造図を示すように、燃焼室内に臨む主インジェクタ21と、主インジェクタ21の混合気室21aに臨む副インジェクタ22とから構成される。

すなわち、混合気噴射弁9の本体である主インジェクタ21の内部に、前記空気配管14が接続される混合気室21aがあり、この混合気室21aは燃焼室内に臨む主インジェクタ21の噴孔21bに接続されている。この噴孔21bは電磁駆動される針弁（空気の供給を制御する針弁）21cによって開閉される。

## 【0025】

また、副インジェクタ22には前記燃料配管12が接続されており、副インジェクタ22の噴孔22bは主インジェクタ21の混合気室21aに臨んでいる。この噴孔22bは電磁駆動される針弁（燃料の供給を制御する針弁）22cによって開閉される。

従って、主インジェクタ21の混合気室21aには空気ポンプ13で加圧された空気が導かれており、副インジェクタ22の燃料の供給を制御する針弁22cが開作動すると、燃料ポンプ11で加圧された燃料が混合気室21aに噴射され

、この燃料は混合気室 21a 内の高圧空気と混合して混合気形成される。この混合気は、主インジェクタ 21 の空気の供給を制御する針弁 21c が開作動したときに燃焼室内に噴射される。

#### 【0026】

尚、本実施形態では、燃料と空気とを筒内に直接噴射する噴射装置として、1 つの混合気噴射弁を用い、燃料と空気との混合気を噴射するようにしているが、燃料噴射系と空気噴射系が互いに独立で、燃料と空気とを別々に燃焼室内へ噴射する（但し 2 つの噴孔は隣接形成）ような噴射装置でも本発明は実現可能であり、更には、燃料のみを噴射する噴射弁と空気のみを噴射する噴射弁とを隣接配置することでも本発明は実現可能である。但し、これらの噴射装置を用いる場合は液体のまま噴射される燃料がピストン冠面に付着するのを防ぐ工夫が必要となり、また噴射装置全体が大きくなり易いので、前述の混合気噴射タイプの燃料噴射弁を使用することが望ましい。

#### 【0027】

この内燃機関は、エンジンコントロールユニット（以下 ECU という）15 によって統合的に制御される。このため、ECU 15 にはクランク角センサ 16、アクセル開度センサ 17、水温センサ 18 等からの信号が入力され、ECU 15 内部で必要な演算・処理を行い、混合気噴射弁 9、点火プラグ 10 等を制御する。この際、混合気噴射弁 9 については、燃料の供給を制御する針弁 22c と、空気の供給を制御する針弁 21c とを、独立に制御可能である。

#### 【0028】

図 3 は混合気噴射弁における燃料及び空気の供給を制御する針弁の開作動のタイムチャートである。本実施形態においては、燃料及び空気の噴射圧力は略一定に制御されるものとし、それぞれの噴射量は、それぞれの噴射期間を増減することで制御される。

また、図 3 は本実施形態における燃料及び空気の供給を制御する針弁の開弁期間についての機関負荷に対する設定を示したものであり、それぞれの開弁時期を特に限定するものではない。

#### 【0029】

低負荷時においては、必要とされる燃料は少量であるから、燃料の噴射期間は短く、空気の噴射期間も比較的短く設定する。負荷が増大するに伴い、必要とされる燃料量が増加することから、高負荷時においては、燃料の噴射期間は長くなる。このとき、燃料噴射期間の増大の程度より大きな程度で、空気噴射期間を増大せしめることによって、噴射される空気全体の運動量を増大させる。

#### 【0030】

図4は、図3に示す燃料と空気の噴射期間の関係を、機関負荷に対して示したものである。図4(a)に示すように、負荷に応じて燃料噴射量が増大せしめられるが、このとき、空気噴射量は燃料噴射量の増加率を上回る率で増大せしめられる。図4(b)は、空気噴射量と燃料噴射量との比（空気噴射量／燃料噴射量）を負荷に対して示したものである。図4(a)のごとく燃料と空気の噴射量が制御されることにより、空気噴射量と燃料噴射量との比（空気噴射量／燃料噴射量）は負荷が増すに連れて大きくなる。すなわち、空気噴射量の比率が大きくなることで、噴霧全体の運動量が増大すると共に、噴霧全体の空燃比は希薄化する傾向となる。尚、図4は燃料と空気の噴射量について負荷に対する増減を相対的に示したもので、燃料と空気の絶対的な噴射量の関係を示したわけではない。

#### 【0031】

図5は本実施形態における燃焼室内での成層化混合気の形成過程を模式的に示したものである。

低負荷時においては、噴射される燃料の量が少なく、噴射される空気の量も少なく制御されるため、噴霧全体の運動量は小さく、噴霧全体の空燃比は比較的リッチである。混合気噴射弁9からピストン3冠面上のボウル部3bに対して噴射されて噴霧は、噴霧全体の運動量が小さいため、ボウル部3b内に留まり、ボウル部3bの内部で拡散・混合が行われる。

#### 【0032】

比較的高負荷時においては、噴射される燃料量が大きくなるが、それに増して噴射される空気量が大きくなることにより、噴霧全体の運動量が大きく、噴霧全体の空燃比は比較的リーンとなる。混合気噴射弁9からピストン3冠面上のボウル部3bに対して噴射された噴霧は、ボウル部3b内壁に衝突後、その運動量に

より大きく巻き上がり、ボウル部 3 b 外の燃焼室内の空気をも含めて、拡散・混合が進む。

#### 【0033】

以上のように、負荷に応じて噴霧全体の運動量を制御することで、低負荷時においては、噴霧の拡散・混合を抑制して、比較的小さな混合気塊を形成し、比較的高負荷時において、噴霧自身の運動量により、噴霧と燃焼室内の空気の拡散・混合を促進して、ボウル部内から外部に至る比較的大きな混合気塊を形成し、幅広い機関運転条件下において、良好に燃焼せしめるのである。これが本発明の要旨である。

#### 【0034】

図 6 は本実施形態における ECU 15 での制御フローを示したものである。本実施形態は、混合気噴射弁での燃料噴射と空気噴射とを独立に負荷に応じて制御して、噴霧全体の運動量を制御するものであるが、その制御は以下に示すように、予め運転条件に対して割付けた燃料及び空気の噴射量（噴射パルス幅）テーブルを参照することで、容易に実現可能である。

#### 【0035】

先ずステップ 1（図には S1 と記す。以下同様）では、クランク角センサ 16、アクセル開度センサ 17 等からの信号に基づき、機関の回転速度や負荷を検出する。

次にステップ 2 では、機関の運転条件に基づいた燃料噴射タイミング及び燃料噴射量を予め記憶させておいたテーブルより読み込む。また、ステップでは、機関の運転条件に基づいた空気噴射タイミング及び空気噴射量（噴射期間）を予め記憶させておいたテーブルより読み込む。ここで、これらのテーブルの設定により、機関負荷の増大に応じて、噴射する空気の運動量を増大せしめるべく、空気の噴射量を増大させ、また空気噴射量と燃料噴射量との比についても、空気噴射量の比率が大きくなるようにすることは言うまでもない。

#### 【0036】

次にステップ 4 では、前ステップまでに決まった噴射パラメータに従って、実際に混合気噴射弁 9 における燃料及び空気の供給を制御する各針弁を駆動する信

号を出力することで、燃料噴射及び空気噴射を制御する。

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

図7は本発明に係る直噴火花点火式内燃機関の第2実施形態の構成を示すシステム図である。

#### 【0037】

本実施形態での構成は、基本的に第1実施形態（図1）の構成に類似しているが、カム軸端にて駆動される空気ポンプ13が、その吐出圧力を調整可能な圧力制御弁13bを備えており、この制御弁13bがECU15を通じて制御される点が異なる。

本実施形態における作動原理は、ほとんどが第1実施形態と同一であるので、その説明の大部分を省略する。相違点は、第1実施形態においては噴射される空気量を増大させる目的で、空気の噴射期間を長く制御していたものを、本実施形態においては圧力制御弁13bを制御して空気の噴射圧力を高めることで行う点である。

#### 【0038】

図8に本実施形態における負荷に対する空気の噴射圧力の設定を示している。図8（a）のように、負荷の増大に応じて空気の噴射圧力が増大されることで、図8（b）のように、空気の噴射期間が同一であっても空気の噴射量を増すことができる。

図9は本実施形態における燃料及び空気噴射のタイムチャートである。本実施形態では、負荷の増大によって燃料の噴射期間が増大するのと同じ割合で空気の噴射期間を増大する構成としている。このとき同時に空気の噴射圧力が圧力制御弁13bによって増大されているので、負荷の上昇に対して、噴射される空気と燃料の比、すなわち噴霧自体の空燃比は希薄化するように空気の噴射量が制御されることになる。

#### 【0039】

本実施形態での制御フローは、第1実施形態の制御フローに対し、空気噴射圧の設定を同じくテーブルより読込んで圧力制御弁を駆動する点加わるのみであるので、省略する。



以上、本発明の第2実施形態によれば、噴射される空気の量を噴射期間のみならず、噴射圧力をも制御して行うことで、比較的高負荷・高回転時においても全体の噴射期間を比較的に短く維持したまま、噴霧全体の運動量を増大することができる。

#### 【0040】

機関が比較的高回転にあるときは、噴射期間が長大化した場合、圧縮行程の早い時期から燃料を噴射する必要がある場合がある。しかしながら、噴射時期を進角した場合、ピストンの位置が燃料噴射弁から遠いため、噴射された噴霧がうまくピストン冠面上のボウル部に捉えられず、混合気が過拡散となってしまう場合がある。本実施形態による噴射される空気の圧力制御を適用した場合、噴射圧力を高めることで噴射期間を比較的に短く維持できるため、この問題を回避でき、より広い回転・負荷範囲にて、望ましい成層混合気を形成し、良好に燃焼せしめることが可能となる。

#### 【0041】

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

機関の負荷に応じて、混合気噴射弁から筒内に供給される噴霧の運動量を制御することで、適切な大きさの混合気塊を成層化した状態で形成することはすでに説明したが、本実施形態では更に、機関の回転速度に対する適切な噴霧の運動量制御を提供する。

#### 【0042】

図10は本実施形態における機関回転速度に対する燃料と空気の噴射量を示したものである。機関が同一負荷にあれば、回転によらず必要な燃料の量は略一定である。本実施形態では、回転速度の上昇に対して、図10に示すように、空気の噴射量を減ずることを要旨としている。

一般に内燃機関においては、回転の上昇に伴い、筒内の流動が強化され、従って乱れも大きくなる。それゆえ、筒内に噴射された噴霧が乱れによって拡散され、適切な大きさの混合気塊を形成する妨げとなり得る。本実施形態では、回転の上昇に対して噴射される空気の量を減じ、噴霧全体の運動量を小さくすることで拡散を抑制し、適切な混合気塊を形成するものである。

## 【0043】

噴射される空気量の制御には、すでに第1及び第2実施形態で説明した、空気の噴射期間を制御する手法や噴射圧力を制御する手法を用いればよい。

機関の回転速度及び負荷をパラメータとするマップ上における空気噴射量は、図11に示されるごとくとなる。これをECU内にマップ化して記憶し、参照・制御することで、本実施形態も第1及び第2実施形態と同等のハード構成で容易に実現できる。

## 【0044】

本実施形態によれば、第1及び第2実施形態に示した負荷方向での噴霧の運動量制御に加え、機関の回転方向においても噴霧の運動量制御を行うことで、広範囲な運転条件において適切な混合気を形成し、良好に燃焼せしめることが可能となる。

次に、本発明の第4実施形態について説明する。

## 【0045】

前記第3実施形態においては、機関の回転速度の上昇に対して、空気の噴射量を減ずることで適切な混合気塊を形成する構成としたが、これは一般に内燃機関が回転の上昇に伴って筒内の流動が強まる特性を持っており、噴霧の拡散が過剰となる傾向にあるためである。しかしながら、排気量が大きく機関運転速度が低速である機関や、ボア・ストローク比が大きくそもそも筒内流動の弱い機関においては、回転の上昇による噴霧の過拡散は問題とはならず、むしろ噴霧自身の運動量が主に拡散を担っているという観点から、高回転側ほど混合時間の不足により、噴霧の拡散が不十分となる可能性がある。

## 【0046】

このような機関においては、前記第3実施形態に示したものと逆で、図12に示されるごとく、機関の回転の上昇に対して噴射される空気の量を増大させて噴霧全体の運動量を増し、拡散・混合を促進する構成とした方が望ましい。

噴射される空気量の制御には、すでに第1及び第2実施形態で説明した、空気の噴射期間を制御する手法や噴射圧力を制御する手法を用いればよい。

## 【0047】

機関の回転速度及び負荷をパラメータとするマップ上における空気噴射量は、図13に示されるごとくとなる。これをECU内にマップ化して記憶し、参照・制御することで、本実施形態も第1及び第2実施形態と同等のハード構成で容易に実現できる。

本実施形態によれば、第1及び第2実施形態に示した負荷方向での噴霧の運動量制御に加え、機関の回転方向においても噴霧の運動量制御を行うことで、広範囲な運転条件において適切な混合気を形成し、良好に燃焼せしめることが可能となる。

#### 【0048】

次に、本発明の第5実施形態について説明する。

本発明は、筒内に直接燃料を噴射することで成層化した混合気を形成し、それを火花点火燃焼せしめることで内燃機関の効率を向上するものであるが、通常、機関が高負荷にある場合には、できるだけ大きな出力を得るために、成層燃焼を行わず、燃焼室内に略均質な混合気を形成し燃焼せしめることが通常である。本実施形態は、このように成層燃焼と均質燃焼とを機関の運転条件に応じて切り換える内燃機関において最適な実施形態を提供するものである。

#### 【0049】

図14は本実施形態における成層燃焼と均質燃焼との運転条件による切り換えを示す図である。この種の機関においては、低回転・低負荷領域において成層燃焼を行い、それ以外の領域では均質燃焼を行うのが通常である。

本実施形態においては、このような成層燃焼・均質燃焼を切り換える機関において、成層燃焼時にはすでに第1～第4実施形態に示された燃料と空気の噴射量制御を行い、それ以外の均質燃焼時には特に機関の回転・負荷に関わらず、空気の噴射量を略一定とするものである。これを負荷方向に図示したものが図15となる。

#### 【0050】

本実施形態による燃料及び空気噴射の制御は、すでに前記実施形態に示したマップを参照する形式で容易に実現可能である。

本実施形態によれば、機関の運転条件によって成層・均質の燃焼形態を切り換え

る機関において、成層燃焼時には積極的に噴霧の運動量を制御することで適切な混合気塊を形成して良好に燃焼せしめ、成層燃焼時に比して噴霧と筒内の空気との混合時間が十分にあり、噴霧の特性に対して機関の性能の影響が少ない均質燃焼時には、機関の運転条件に関わらず空気の噴射量を一定とすることで、空気ポンプの負荷を軽減し、ひいては機関の駆動損失を低減することができる。

#### 【0051】

この場合、均質燃焼時に、気体噴射量と燃料噴射量との比を略一定とするようにしても良く、これによれば、噴射される噴霧の空燃比が略一定となるため、より均質な混合気が形成でき、均質燃焼性能をより向上できる。

尚、以上の本発明の実施形態においては、すべて噴射される気体は空気として説明を行ったが、他の気体、例えば機関自身の既燃ガス、いわゆる EGR ガス等であっても同様の効果を得ることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の第1実施形態のシステム図
- 【図2】 混合気噴射弁の概略構造図
- 【図3】 燃料及び空気噴射のタイムチャート
- 【図4】 負荷に対する燃料及び空気の噴射量を示す図
- 【図5】 筒内混合気形成過程を示す図
- 【図6】 制御の流れを示すフローチャート
- 【図7】 本発明の第2実施形態のシステム図
- 【図8】 第2実施形態の負荷に対する燃料及び空気の噴射量を示す図
- 【図9】 第2実施形態の燃料及び空気噴射のタイムチャート
- 【図10】 本発明の第3実施形態での回転に対する燃料及び空気の噴射量を示す図
- 【図11】 第3実施形態の回転及び負荷に対する空気の噴射量を示す図
- 【図12】 本発明の第4実施形態での回転に対する燃料及び空気の噴射量を示す図
- 【図13】 第4実施形態の回転及び負荷に対する空気の噴射量を示す図
- 【図14】 本発明の第5実施形態での回転及び負荷に対する燃焼形態の切

換えを示す図

【図 15】 第 5 実施形態の負荷に対する燃料及び空気の噴射量を示す図

【符号の説明】

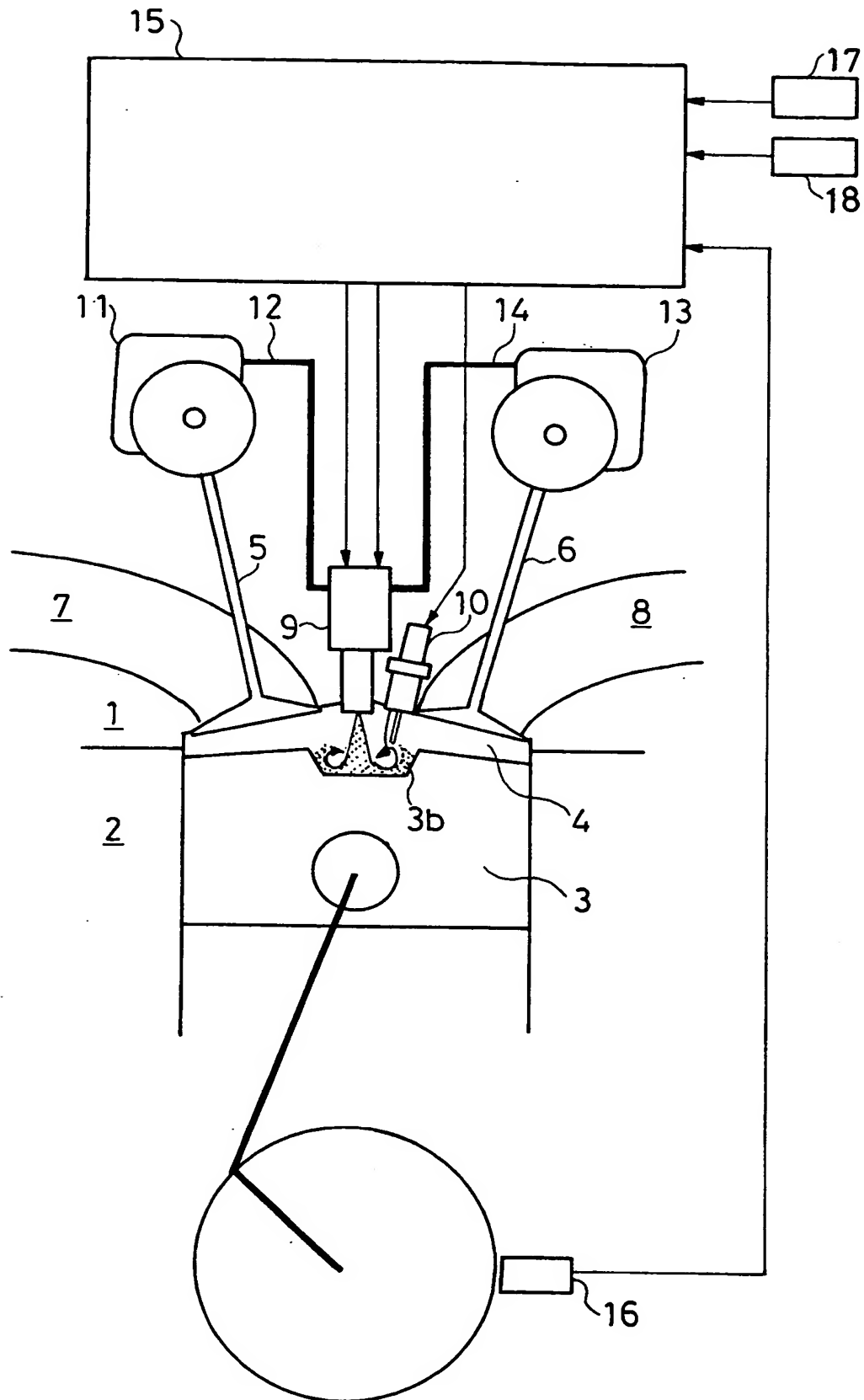
- 1 シリンダヘッド
- 2 シリンダブロック
- 3 ピストン
- 3 b ボウル部
- 4 燃焼室
- 5 吸気バルブ
- 6 排気バルブ
- 7 吸気ポート
- 8 排気ポート
- 9 混合気噴射弁
- 10 点火プラグ
- 11 燃料ポンプ
- 12 燃料配管
- 13 空気ポンプ
- 13 b 圧力制御弁
- 14 空気配管
- 15 ECU
- 16 クランク角センサ
- 17 アクセル開度センサ
- 18 水温センサ
- 21 主インジェクタ
- 21 a 混合気室
- 21 b 噴孔
- 21 c 針弁
- 22 副インジェクタ
- 22 b 噴孔

2 2 c 針弁

【書類名】

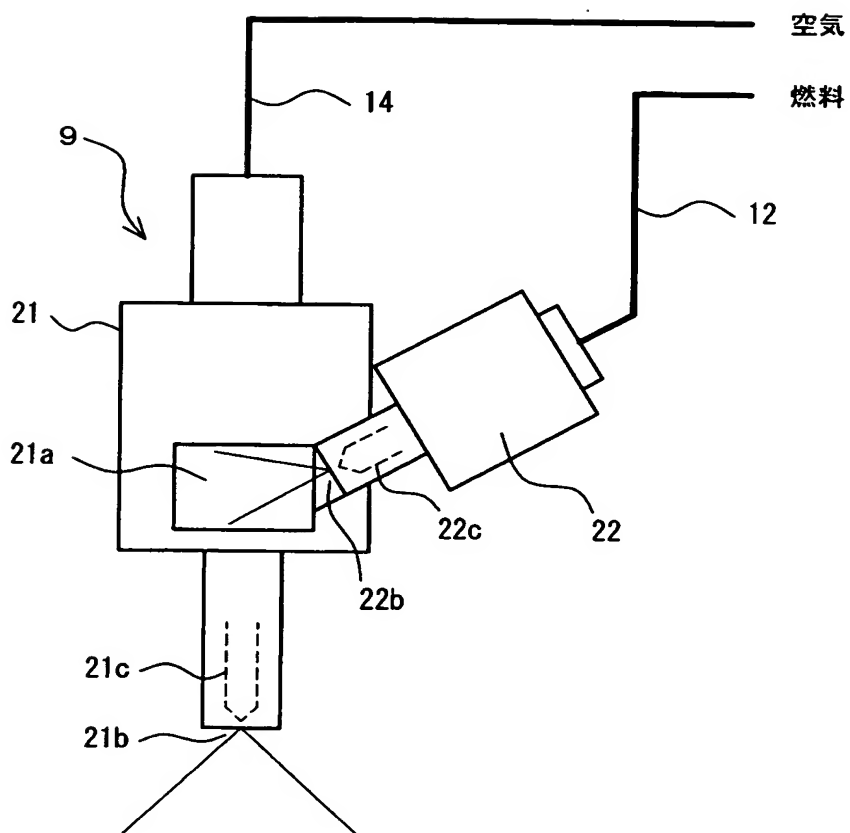
図面

【図 1】

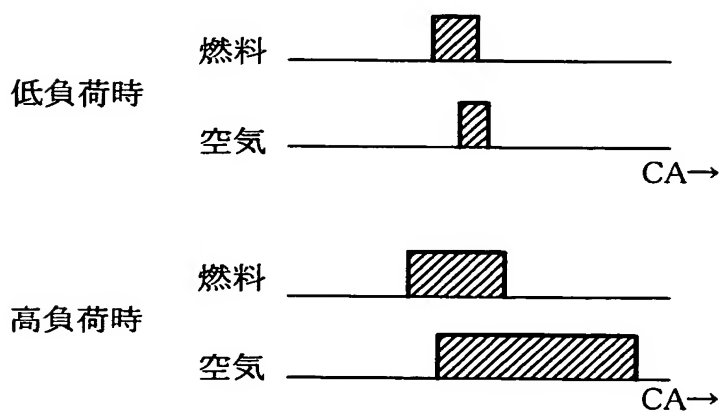




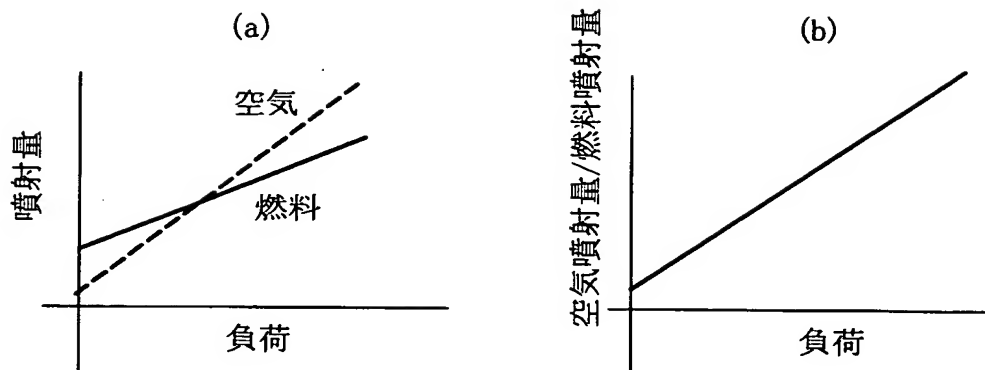
【図 2】



【図 3】

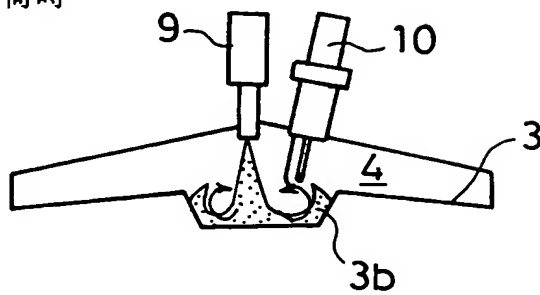


【図 4】

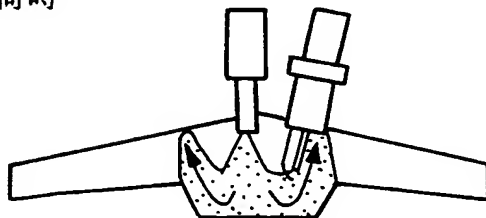


【図 5】

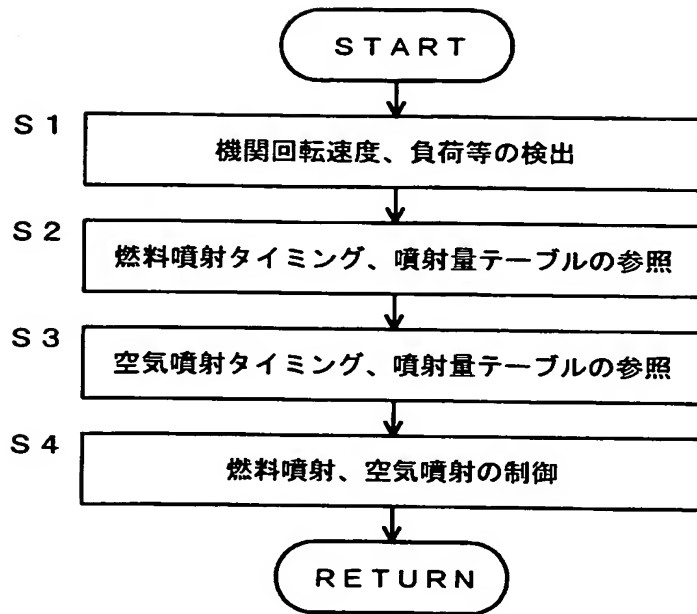
低負荷時



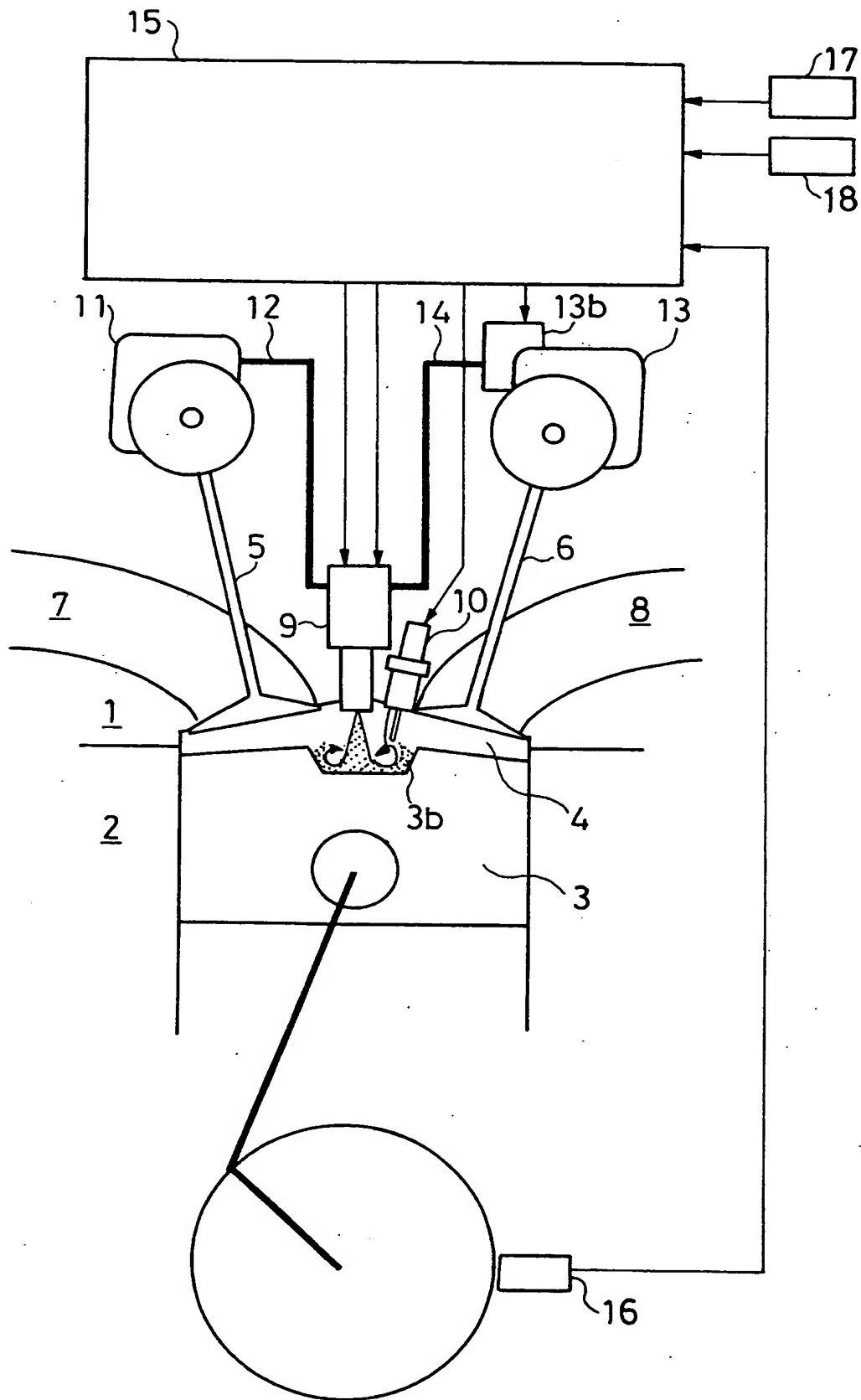
高負荷時



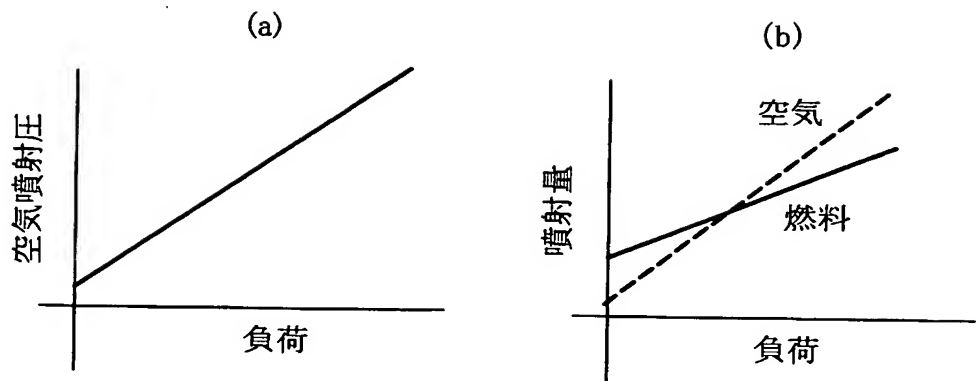
【図 6】



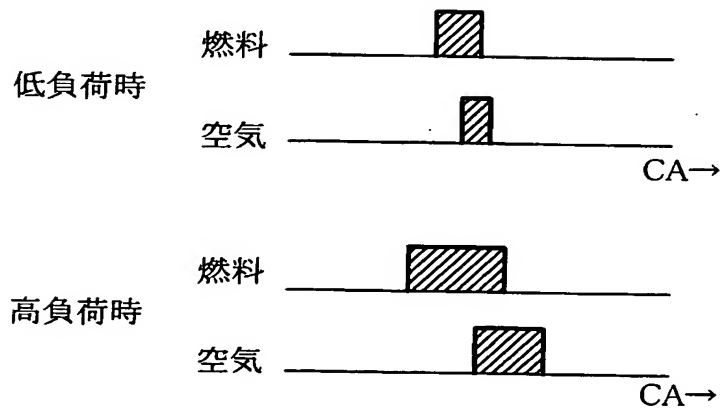
【図 7】



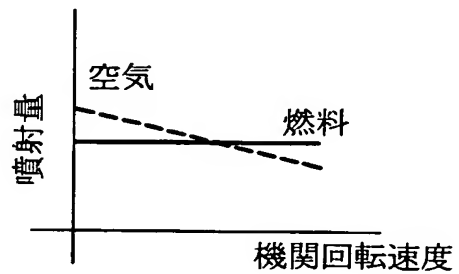
【図 8】



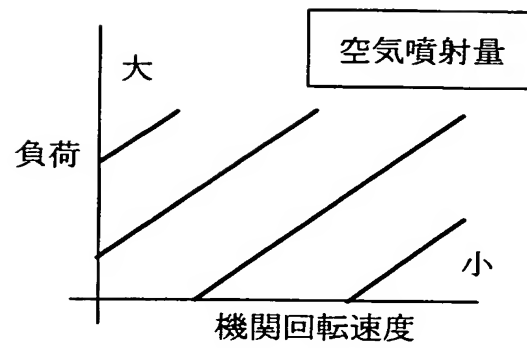
【図 9】



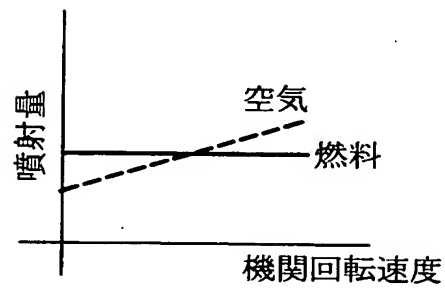
【図 10】



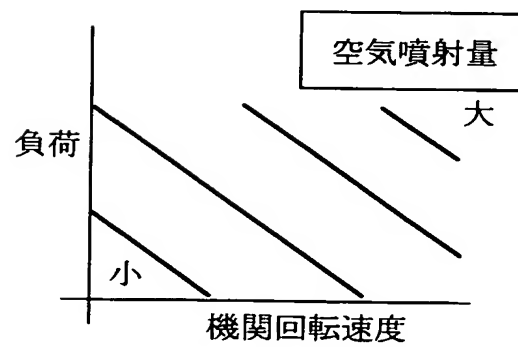
【図 1 1】



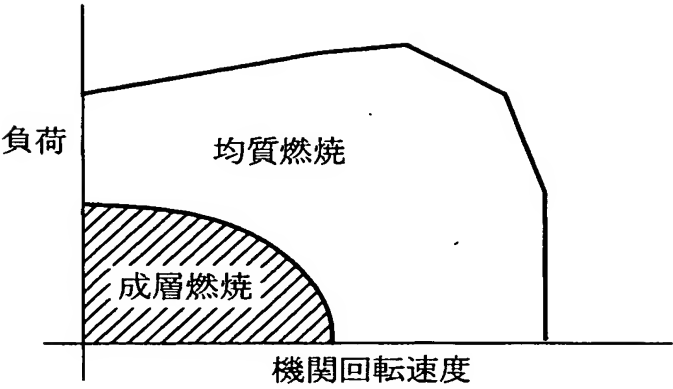
【図 1 2】



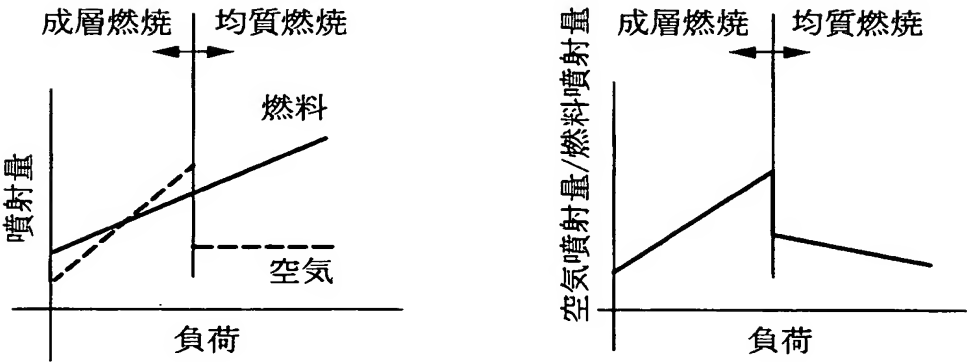
【図 1 3】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料を筒内に直接噴射して火花点火燃焼を行う内燃機関において、機関の運転条件に応じて、適切な濃度・大きさの混合気塊を、容積の固定されたピストンボウル 3 b を持つ燃焼室 4 内に形成する。

【解決手段】 燃料と空気との混合気を噴射する混合気噴射弁 9 を用い、機関負荷の増大に応じて、噴射する空気の運動量を増大せしめるように、空気噴射量を増大させる。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 1 - 2 8 1 6 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社